

предприятия поставщик  $Z_j$  потребителю, обозначим как  $SZ = (SZ_{ij})$ ,  $S_j \in S$ ,  $Z_j \in Z$ , то коэффициент замкнутости определяется по формуле:

$$B(C) = \frac{\sum_{c_n \in C} \sum_{S_i \in S_n} \sum_{Z_j \in Z_n} SZ_{ij}}{\sum_{S_i \in S} \sum_{Z_j \in Z} SZ_{ij}},$$

где:  $\sum_{S_i \in S_n} \sum_{Z_j \in Z_n} SZ_{ij}$  - потребность множества объектов

потребителей  $S_n$   $n$ -ой системы более низкого порядка  $C_n = (S_n, Z_n)$ , удовлетворяемая предприятиями поставщиками  $Z_n$ , входящими в систему  $C_n$ .

$\sum_{S_i \in S} \sum_{Z_j \in Z} SZ_{ij}$  - суммарная потребность региона в

продукции предприятий поставщиков.

Требуется разделить региональную систему строительного производства на максимально возможное количество систем более низкого порядка, для совокупности которых коэффициент замкнутости достаточно большой, т.е. не меньше величины  $B_0$  - граничного заранее заданного коэффициента замкнутости.

Эта задача решается путем введения понятия меры сходства (близости) объектов потребителей. На основании введенного понятия и с использованием аппарата теории графов, разработан алгоритм группирования объектов потребителей по различным условно-замкнутым зонам, который описывается следующим образом. Поскольку в системах, на которые декомпозируется региональная система строительного произ-

водства, должен соблюдаться баланс мощностей производства и размеров потребления, то в каждую систему - декомпонент должны объединяться объекты потребители, имеющие общих поставщиков. Поэтому, характеристикой объединения объектов потребителей в одну условно-замкнутую зону может быть мера их близости между собой, опосредованная через объем поставок от одних и тех же предприятий поставщиков.

Задача решается для нескольких, заранее заданных коэффициентов замкнутости.

Выбор оптимального варианта декомпозиции региональной строительной системы осуществляется по критерию наибольшего совпадения полученных в результате декомпозиции условно-замкнутых территориальных образований и выделенных инвестиционных ситуаций. Эта задача решается путем анализа результатов, полученных на первом и третьем этапах.

Принятый вариант декомпозиции можно рассматривать как объективную основу для принятия решений относительно территориальной схемы управления строительством в регионе, учитывающей конкретные инвестиционные ситуации и сложившийся уровень развития производительных сил в строительстве региона. В случае необходимости, на его основе можно прогнозировать развитие региональной материально-технической базы отрасли.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Павлючук Ю.Н. Основы проектирования организации управления системами регионального строительства. - Брест: БПИ, 2000. 171 с.

УДК 69.05:658.512.6

**Бояринцев Г. А., Малюк Д. В.**

## КОРРЕКТИРОВКА СТРОИТЕЛЬНЫХ КАЛЕНДАРНЫХ ПЛАНОВ ПО ЭКОНОМИЧЕСКИМ И ОРГАНИЗАЦИОННЫМ КРИТЕРИЯМ ОПТИМАЛЬНОСТИ

Целью данной статьи является оценка целесообразности оптимизации календарных планов по различным критериям в различных производственно-хозяйственных ситуациях.

Корректировка календарных планов может производиться по следующим направлениям:

45. определение оптимальной продолжительности строительства по критерию общих затрат;
46. минимизация суммарного количества рабочих при ограничении по сроку строительства;
47. минимизация срока строительства при ограничении по численности рабочих;
48. минимизация коэффициента неравномерности распределения ресурсов;
49. оптимальное распределение работ между исполнителями и увязка их между собой;
50. оптимальное распределение прочих работ.

Определение оптимальной продолжительности строительства по критерию общих затрат имеет следующий смысл. С одной стороны, при сокращении сроков строительства уменьшается условно-постоянная часть накладных расходов, с другой стороны, - увеличивается численность рабочих, а расходы на временное хозяйство возрастают. Таким образом, график зависимости стоимости строительства от его продол-

жительности будет иметь форму параболы. Необходимо найти такую продолжительность строительства, при которой эта функция достигает минимума. Решение такой задачи часто бывает нецелесообразно по следующим причинам.

Во-первых, для оценки эффективности варианта необходимо иметь готовый календарный план с рассчитанными временными параметрами и построенным графиком потребности в трудовых ресурсах. Для нахождения оптимальной продолжительности необходимо перебрать около десятка таких вариантов. Это достаточно трудоемкая работа, и эффект полученный от такой оптимизации, не всегда себя оправдывает.

Во-вторых, затраты на временное хозяйство и условно-постоянные расходы относятся к статье накладных расходов, поэтому рассчитать их возможно лишь приближенно.

В-третьих, в реальных условиях строительства часто присутствуют различного вида ограничения. В таком случае приходится назначать сроки строительства из совершенно иных соображений.

Минимизация суммарного числа рабочих применяется, когда существует жесткое ограничение по срокам строительства. Критерием здесь может служить как максимальное потребное число рабочих в самый нагруженный день, так и общее потребное количество рабочих на весь срок строитель-

**Бояринцев Георгий Анатольевич.** К.э.н., доцент, зав. каф. экономики и организации строительства.

**Малюк Дмитрий Владимирович.** Преподаватель-стажер каф. экономики и организации строительства.

Брестский политехнический институт (БПИ). Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.

ва по всем профессиям и специальностям. Если в первом случае эффект достигается за счет сокращения некоторой части накладных расходов, то во втором - образуется некоторый резерв рабочей силы, который можно использовать на других объектах; здесь необходимо учитывать временную увязку различных исполнителей (см. далее) и возможности совмещения профессий. Учитывать необходимо оба критерия, хотя для крупных строительных организаций с четкой структурой более важен последний.

Варианты для оптимизации создаются за счет различного распределения рабочих по работам. Как правило, более целесообразно назначать на менее трудоемкие работы меньшее число людей, а на более трудоемкие работы - большее число людей, чтобы уменьшить разброс по продолжительности работ. Также не имеет смысла точно выравнивать продолжительность работ, сводя, таким образом, календарный план к равно ритмичному потоку. В этом случае все работы окажутся критическими, и велика опасность срыва календарного плана.

Минимизация срока строительства может применяться, когда срок строительства не ограничен жестко. Иногда нет возможности завершить строительство в срок, когда не хватает собственных трудовых ресурсов, и невозможно привлечь рабочих со стороны. Тогда для принятия решения о целесообразности финансирования строительства необходимо найти тот минимальный срок, за который строительство будет завершено при заданных ограничениях по ресурсам. Здесь также, как и в предыдущей задаче, следует учитывать наличие рабочих по специальностям и возможность совмещения профессий.

Варианты для оптимизации создаются также за счет распределения рабочих по работам. Оптимальный вариант находится между двумя крайними точками: ситуацией, когда на основные работы назначается равное число людей, и ситуацией, когда эти работы имеют равную продолжительность.

Ограничение по рабочим следует принимать с учетом коэффициента невыхода в размере 90-95 % от их фактической численности.

Минимизация коэффициента неравномерности не всегда бывает оправдана. Здесь более уместно говорить об «оптимизации», нежели о «минимизации». Коэффициент неравномерности, близкий к единице означает предельно равномерное использование ресурсов. Но строительство представляет собой сложный комплексный процесс, в котором задействовано много ресурсов, в том числе рабочих различных специальностей. Поэтому более целесообразно достигать коэффициента неравномерности, близкого к 1,5. Регулирование коэффициента неравномерности производится за счет изменения максимального потребного числа рабочих и сроков строительства.

Оптимальное распределение работ между исполнителями необходимо учитывать при планировании любого достаточно крупного строительства. Это может быть распределение работ, как между субподрядными организациями, так и между специализированными бригадами одной строительной организации. В любом случае основанием для этого служит номенклатура работ и специализация исполнителей.

С другой стороны, необходимо так увязать исполнителей во времени, чтобы обеспечить максимально равномерное и непрерывное распределение трудовых ресурсов по отдельным исполнителям. Это гораздо более предпочтительно, чем равномерный график общей потребности в трудовых ресурсах, так как существенно упрощает оперативное планирование и позволяет обойтись без дополнительных перемещений рабочей силы. При использовании методов сетевого планирования часто наблюдаются перерывы в исполнении одной и той же работы на разных захватках. В этом случае можно обеспечить

непрерывную работу бригады за счет ее дополнительной загрузки более мелкими работами сетевого графика или прочими и неучтенными работами.

Оптимальное распределение прочих работ производится на заключительной стадии. За счет этого выравниваются графики движения рабочих, и создается определенный резерв для выполнения дополнительных работ, не учтенных в смете. Здесь сразу же следует определиться, какими исполнителями будут выполняться эти работы. Обычно они выполняются генподрядной организацией, теми бригадами, которые имеют перерывы в работе. Именно их ресурсные графики и следует выравнивать за счет прочих работ. Только после этого они переносятся на общий график движения рабочих. Если включение прочих работ вызывает увеличение максимального потребного числа рабочих, их распределение следует откорректировать.

При календарном планировании могут изменяться число и размер захваток, порядок прохождения по ним рабочих, технологическая последовательность (насколько это возможно), в любом случае критерием для оценки сравниваемых вариантов будет служить один из шести вышеперечисленных. Успешная оптимизация календарного плана зависит от начального плана. Ниже приведен алгоритм, позволяющий достаточно быстро составить исходный календарный план под точно заданный срок строительства.

- 1.) Исходные данные: сетевая модель строительства с разработанной топологией, трудоемкость работ сетевой модели  $q_i, i = 1..n$ , где  $n$  - число работ сетевого графика,

директивный срок строительства  $T_{дир}$ .

- 2.) Находим условную продолжительность каждой работы  $t_{усл} = q_i, i = 1..n$ .

- 3.) По условной продолжительности работ рассчитываем условные временные параметры сетевой модели: ранние и поздние временные начала и окончания работ, резервы времени, общую продолжительность строительства  $T_{усл}$ . По условным резервам времени проводим условный

- 4.) критический путь.

- 5.) Все работы, по которым проходит условный критический путь, рассчитываем в порядке убывания их условной продолжительности  $t_{усл}$ .

- 6.) Для работы с максимальной условной продолжительностью:  $N_1 = \frac{T_{усл1}}{T_{дир1}} k$  - численность рабочих назначен-

ных на выполнение первой работы;  $t_1 = \frac{t_{усл1}}{N_1}$  - фактиче-

ская продолжительность;  $T_{усл1} = T_{усл}$ ;  $T_{дир1} = T_{дир}$ .

- 7.) Для каждой последующей работы:  $N_i = \frac{T_{усл(i-1)}}{T_{дир(i-1)}} k$ ;

$t_i = \frac{t_{усли}}{N_i}$ ;  $T_{усли} = T_{усл(i-1)} - t_{усли}$ ;

$T_{дир i} = T_{дир(i-1)} - t_i$ ; здесь  $k$  - коэффициент, равный 1,1-1,3. Он регулирует степень неравномерности распределения рабочих по работам, при меньших его значениях получаем более равномерный график движения рабочих. Следует учесть, что при достаточно больших значениях  $k$  работы с меньшей трудоемкостью могут иметь большую продолжительность. Поэтому при выборе

его значения необходимо следить, чтобы фактический критический путь совпадал бы с условным. Таким образом, определится численность рабочих для каждой критической работы.

- 8.) После этого определим численность рабочих для всех остальных работ. Она назначается из следующих соображений:
- некритические работы должны оставаться некритическими. Это значит, что принятая продолжительность для каждой некритической работы не должна влиять на общую продолжительность строительства.
  - должно обеспечиваться постоянство состава бригады. Это значит, что если несколько работ календарного плана выполняются одной бригадой, желательно на все эти работы назначать одинаковое количество людей. Если среди этих
- УДК 69:681.51

**Семечкин А.Е., Куликова Е.Н.**

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРЕУСТРОЙСТВА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

В условиях переходного этапа формирования рынка теряют работоспособность известные методы организации и управления строительным производством. Возникает потребность в методах, позволяющих системно учитывать многочисленные рыночные и производственные факторы для принятия организационных решений.

Общая характеристика существующей в настоящее время градостроительной ситуации определяет необходимость изменения традиционного подхода к организации городского строительства. Стратегическим направлением современного городского строительства как переустройства условно автономных городских территорий является автоматизация проектирования градостроительных комплексов. Реализация данного стратегического направления с учетом новых организационно-технических, финансово-экономических и организационно-экономических условий является новой научно-практической проблемой, актуальность решения которой подтверждается практикой городского строительства и стимулируется развитием принципов его финансирования [3].

Такое решение может быть осуществлено на основе программно-целевого управления инвестиционным процессом участниками переустройства градостроительных комплексов. Наиболее перспективной организационной формой программно-целевого управления для поставленной проблемы является форма комплексного переустройства градостроительных кварталов и комплексов в составе крупного инвестиционного проекта, получившая широкое распространение за рубежом и требующая принципиально новой организации в отечественных условиях.

Многомерность и сложность областей приложения (предметных областей) целевых программ, необходимость учета влияния на них различных факторов, требует применения системного подхода к созданию целевых программ, при котором предметная отрасль рассматривается как сложившаяся система, а поставленная в программе цель – как системообразующий фактор.

Целевые программы представляют собой функциональные системы, включающие комплекс взаимосвязанных подсистем, позволяющих достигать задаваемые цели в конкретной отрасли или области человеческой деятельности, требующие длительного срока осуществления. В полной мере это относится и к целевым программам в строительной отрас-

ле – целевым строительным программам.

работ есть критическая, то количество рабочих, ее выполняющих, определит численность рабочих для выполнения всех остальных работ бригадного комплекса.

Таким образом, после завершения работы алгоритма получим начальный вариант календарного плана. После этого можно приступить непосредственно к корректировке календарного плана. Здесь можно применить градиентные методы оптимизации. Суть его состоит в том, что мы проверяем все возможные направления изменения календарного плана. Мы задаемся каким-то шагом и проверяем, какой эффект даст изменение календарного плана по заданному направлению. После этого мы изменяем план в том направлении, где наблюдается максимальный эффект, и получаем новый вариант календарного плана.

ли – целевым строительным программам.

В разработке целевых программ можно выделить два основных уровня: уровень обобщенного описания и уровень детального описания. На первом уровне определяется сама предметная область, формируется ее концептуальное описание, выявляются основные тенденции развития, уже существующие в действительности, и определяется желаемое развитие исследуемой предметной области в будущем. На втором уровне определяются конкретные задачи, возникающие в рамках сформулированной на первом уровне концепции. Первый уровень является наиболее важным при разработке целевых программ, так как неверно или неполно определенная предметная область, непродуманная концепция могут привести не только к тому, что цели не будут достигнуты, но и к пагубным катастрофическим последствиям.

В настоящее время целевые программы, обеспечивающие эффективное решение социально-экономических проблем, все чаще выступают в качестве объектов прогнозирования, проектирования и управления.

Особенности строительной отрасли, создающей основные фонды для остальных отраслей экономики, зависимость темпов развития и масштабов строительства от состояния всей социальной экономической сферы страны приводит к тому, что целевые строительные программы стали необходимым и эффективным методом государственного воздействия на данную сферу.

Существуют различные определения целевых программ, в которых подчеркивается комплексность и взаимосогласованность мероприятий, проводимых в их рамках, а также широкий диапазон реализации этих мероприятий. Под целевой программой понимается увязанный по ресурсам, исполнителям и срокам осуществления комплекс научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственных, социально-экономических, организационно-хозяйственных и других мероприятий, обеспечивающих эффективное решение задач в области государственного, экономического, экологического, социального и культурного развития.

Основными классификационными признаками целевых программ являются: целенаправленность решаемых проблем, отношение к уровням управления страной, сроки осуществления, производственно-экономический уровень.

**Семечкин Андрей Евгеньевич.** Директор центра «Поликварт», г. Москва.

**Куликова Екатерина Николаевна.** Докторант Московского Государственного Строительного Университета.